



پیوستگی بتن فوق‌توانمند (UHPC) و آرماتور فولادی

مهراله رخشانی مهر^۱، محمدرضا اصفهانی^۲،
بنت‌الهدی سازگار^۳، سیدمحمد امین خوانیکی^۴

۱- دانشجوی دکتری سازه دانشگاه فردوسی مشهد

۲- استاد گروه عمران دانشکده مهندسی دانشگاه فردوسی مشهد

۳- دانشجوی دکتری سازه دانشگاه فردوسی مشهد
b.sazgaran@stu-mail.um.ac.ir

۴- دانشجوی کارشناسی ارشد سازه دانشگاه فردوسی مشهد

خلاصه

بتن فوق‌توانمند (UHPC) با مقاومت فشاری بیش از 130MPa و سایر مشخصات ویژه، یک ماده سیمانی جدید است که می‌تواند کاربردهای موثری در ساخت سازه‌های بتنی نوین داشته باشد. یکی از اصلی‌ترین کاربردهای این نوع بتن ویژه، اتصال قطعات در سازه‌های پیش‌ساخته، به خصوص عرشه پل‌ها است. با توجه به مقاومت فشاری بسیار بالای بتن فوق‌توانمند و ویژگی‌های دیگر آن چون جمع‌شدگی کم، این ماده می‌تواند مصالح خوبی جهت استفاده در درزهای بین اعضای پیش‌ساخته باشد. اما هنوز مطالعات کمی در مورد رفتار این نوع بتن انجام شده است. در این مقاله، موضوع پیوستگی بین بتن فوق‌توانمند و آرماتور معمولی مورد بررسی قرار گرفته است. به این منظور، تعدادی آزمایش Pullout بر روی نمونه‌های بتن فوق‌توانمند با آرماتور آجدار فولادی انجام و عوامل موثر بر تنش پیوستگی بررسی شده است.

کلمات کلیدی: بتن فوق‌توانمند (UHPC)، پیوستگی، آرماتور فولادی، سازه پیش‌ساخته

۱. مقدمه

بتن فوق‌توانمند (UHPC : Ultra High Performance Concrete) دسته جدیدی از بتن است که در سال‌های اخیر، با رشد تکنیک‌های تولید مواد سیمانی ریز توسعه یافته است. خصوصیات مکانیکی UHPC عبارتند از مقاومت فشاری 800 – 130 MPa، انرژی شکست $1200 - 40000 \text{ J/m}^2$ و کرنش کششی نهایی در حد 1%. در مقایسه با سایر مصالح با پایه سیمان معمولی، مشخصات ساختاری بتن فوق‌توانمند مانند یکنواختی اندازه ذرات، تخلخل و ساختارهای میکروسکوپی، بهبود یافته است. همچنین این نوع بتن به دلیل تخلخل و موئینگی کم، دارای دوام بسیار بالایی است. یکی از کاربردهای UHPC در ناحیه اتصال قطعات پیش‌ساخته برای اجرای سریع پل‌ها است زیرا با توجه به خصوصیات ویژه این نوع بتن، می‌توان طول وصله (طول مهاري فولاد مسلح‌کننده) را به نحو قابل توجهی کاهش داد. پل عابر پیاده Sherbrooke در کانادا و پل عابر پیاده Seonyu در کره نمونه‌هایی از کاربردهای بتن فوق‌توانمند هستند. علاوه بر این، با مشخص شدن سایر خصوصیات موثر UHPC مانند پیوستگی بین بتن و آرماتورهای مسلح‌کننده، از این نوع بتن می‌توان در کاربردهای مختلف چون تیرهای اصلی پل‌ها بهره‌جویی نمود.

پیوستگی بتن و آرماتورهای مسلح‌کننده، نقش کلیدی را در رفتار اعضا سازه‌ای بتن مسلح در هنگام قرارگیری تحت اثر بارهای استاتیکی و دینامیکی ایفا می‌کند. مقاومت پیوستگی (Bond Resistance) آرماتورهای مسلح‌کننده قرار گرفته در بتن به چسبندگی شیمیایی، پایداری اصطکاکی و پیوستگی برشی بستگی دارد. هنگامی که چسبندگی شیمیایی از بین می‌رود، مکانیزم پیوستگی وابسته به نوع آرماتورها خواهد بود. در آرماتورهای ساده، بسته به میزان مقاومت اصطکاکی آرماتورها، لغزش به سمت خارج اتفاق می‌افتد و در نتیجه شکست از نوع لغزش (Sliding) خواهد بود. در آرماتورهای آجدار، علاوه بر چسبندگی شیمیایی و پایداری اصطکاکی، چفت و بست مکانیکی بین بتن و آج‌های آرماتور سبب بالا رفتن مقاومت پیوستگی می‌گردد. شکل ۱ رابطه تنش پیوستگی با لغزش را برای آرماتور ساده و آجدار نشان می‌دهد.

در میان مکانیزم‌های پیوستگی، پیوستگی برشی آرماتور آجدار با بتن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است زیرا بیشترین تنش پیوستگی را ایجاد می‌کند. در این مکانیزم پیوستگی، انتقال نیرو از طریق درگیر شدن آج‌های آرماتور و کلیدهای بتنی بین آن‌ها انجام می‌شود. در نتیجه در محل تماس آج آرماتور و بتن، تنش فشاری ایجاد می‌شود که در اثر آن در مقطع عرضی بتن اطراف آرماتور تنش‌های حلقوی کششی و در کلیدهای بتن بین آج‌ها تنش